

Изобретение относится к обработке металлов давлением, в частности, к волочению прутков и проволоки прямоугольного сечения из металлов и сплавов и может быть использовано в волочильных цехах металлургических, кабельных и машиностроительных заводов.

Известен способ волочения профилей прямоугольного сечения (например, из меди) в один или в несколько переходов в волоку с прямоугольной формой волочильного отверстия с обжатиями по большей и по меньшей сторонам поперечного сечения и с заданным коэффициентом вытяжки за переход (Ермаков М.З., Ватрушин Л.С. Волочение цветных металлов. - М.: Металлургия, 1982. - С.131 - 133). Этот способ характеризуется заниженными вытяжками по переходам, т.е. завышенным числом переходов, низкой производительностью и завышенным расходом энергии.

Наиболее близким к заявляемому является способ волочения профилей прямоугольного сечения в один или в несколько переходов с обжатиями по большей и по меньшей сторонам поперечного сечения и с коэффициентами вытяжки за переход, составляющими 1,25 - 1,08 (Берин И.Ш., Днестровский Н.Э. Производство медной и алюминиевой проволоки. - М.: Металлургия, 1975. - С.184 - 185).

Недостатком этого способа волочения профилей прямоугольного сечения являются низкие вытяжки по переходам и неопределенность линейного обжатия по большей стороне сечения протягиваемого профиля, что обуславливает неблагоприятные условия захвата технологической смазки и удержания ее в волочильном канале, неравномерность деформации металла, высокий уровень сил трения, коэффициента трения и силы волочения, что вызывает интенсивный износ волочильного инструмента, увеличение числа переходов, снижение производительности и ухудшение качества протягиваемой продукции.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствовать способ волочения прямоугольных профилей путем изменения коэффициентов вытяжек по переходам и оптимизации линейного обжатия по большей стороне сечения протягиваемого профиля так, чтобы обеспечить наиболее благоприятные условия захвата технологической смазки и удержания ее в волочильном канале, а также уменьшить неравномерность деформации металла при волочении, что приведет к снижению сил трения, коэффициента трения и силы волочения. Это позволит увеличить коэффициенты вытяжек по переходам, уменьшить число переходов, повысить производительность, сократить расход энергии на волочение и улучшить качество выпускаемой продукции.

Поставленная задача решается тем, что в способе волочения профилей прямоугольного сечения в один или в несколько переходов в волоку с прямоугольной формой волочильного отверстия с обжатиями по большей и по меньшей сторонам поперечного сечения профиля и с заданным коэффициентом вытяжки за переход, согласно изобретения, волочение в каждом переходе осуществляют с коэффициентом вытяжки 1,30 - 1,46, при этом линейное обжатие по большей стороне сечения протягиваемого

профиля составляет 20 - 80% от линейного обжатия по его меньшей стороне.

При волочении с заявляемыми значениями коэффициента вытяжки за переход и линейного обжатия по большей стороне сечения протягиваемого прямоугольного профиля обеспечиваются наиболее благоприятные условия захвата технологической смазки и удержания ее в волочильном канале, а также уменьшение неравномерности деформации металла, что приводит к снижению сил трения, коэффициента трения и силы волочения, и за счет этого к уменьшению износа и повышению эксплуатационной стойкости волок, сокращению числа переходов, увеличению производительности, снижению расхода энергии на волочение и улучшению качества выпускаемой продукции.

Способ осуществляется следующим образом.

Для волочения прямоугольного профиля используется заготовка прямоугольного и круглого сечения, один из концов которой предварительно заостряется и вводится в рабочий канал волоки, имеющей прямоугольную форму волочильного отверстия. Далее, выступающий из волоки заостренный передний конец заготовки закрепляется в зажиме тянущего устройства (например, в зажимных клещах) волочильного стана, с помощью которого заготовка протягивается с использованием технологической смазки, через волоку или последовательно через ряд волок с коэффициентами вытяжки за переход 1,30 - 1,46 и линейным обжатием большей стороны сечения протягиваемого профиля, составляющим 20 - 80% от линейного обжатия по его меньшей стороне, принимая форму и размеры сечения заданного прямоугольного профиля.

При вытяжках за переход менее 1,30, а следовательно, с уменьшением длины зоны деформации при волочении резко возрастает среднее контактное давление металла на стенку волочильного канала, что приводит к интенсивному выдавливанию технологической смазки из волоки, при этом увеличиваются силы трения и коэффициент трения при волочении. При вытяжках за переход более 1,46 возрастают оптимальные углы волочения, что ухудшает условия захвата технологической смазки в зону деформации, обуславливая увеличение сил и коэффициента трения при волочении. При вытяжках за переход, составляющих 1,30 - 1,46 имеют место наилучшие условия для захвата смазки в зону деформации и наименьшее ее выдавливание из волоки. Это вызывает снижение сил трения и коэффициента трения при волочении, за счет чего уменьшаются износ волочильного инструмента и повышается его эксплуатационная стойкость на износ, что обуславливает снижение расхода электроэнергии при волочении и увеличение производительности волочильного стана. Использование более высоких, чем в прототипе, значений вытяжки за переход позволяет снизить число переходов, повысить производительность, уменьшить трудоемкость и энергозатраты на производство холоднотянутых профилей.

В случае, если для волочения используется заготовка круглого сечения (для профилей, имеющих большую сторону сечения менее 10 - 16мм), то в первом переходе ее предварительно подвергают плющению, т.е. протягивают через

волоку неприводными цилиндрическими роликами или прокатывают в приводных цилиндрических валах.

Способ опробован в лабораторных и полупромышленных условиях. Холоднотянутые и затем отожженные прямоугольные заготовки из меди (марки М1) и из алюминия (марки АД1) протягивали в один переход на разрывной машине типа УГ20/2 (со скоростью волочения 0,06 - 0,10 м/мин) а также на производственном волочильном стане СМВ1 - 5 (со скоростью волочения 2 - 3,5 м/с) через заводские монолитные волокна (из твердого сплава ВК8), имеющие одинаковые размеры калибрующего отверстия (равные 3,32 × 11,62 мм), но различные углы волочения α : 5°30', 8°15', 10°20', 13°10', 15°20', 17°30' и 21°30'. Волочение через эти волокна выполняли с коэффициентами вытяжки за переход μ : 1,15; 1,27; 1,30; 1,38; 1,46; 1,47; 1,58. При этом линейное обжатие ΔB по большей стороне сечения прямоугольного профиля составляло 23-54,8% от линейного обжатия ΔH по меньшей стороне его сечения. В качестве технологической смазки при волочении меди применяли заводскую мыльномасляную эмульсию, а при волочении алюминия - минеральное масло вапор (Ц-52). Замер силы волочения производился с помощью тензометрической месдозы (Зыков Ю.С. Основы современной теории волочения простых профилей / Запорожский индустр. ин-т. - Запорожье, 1989. - С.257. - Биб.42 назв. / Рус. дел. в УкрНИИНТИ 27.09.89. - №2110 УК89). Результаты опытов по волочению этих медных образцов приведены в табл.1.

Выполненные эксперименты позволили при волочении с каждым значением коэффициента вытяжки за переход определить оптимальный угол волочения $\alpha_{оп}$ ($\alpha_{оп} = 11-17,5^\circ$), обеспечивающий наименьшую силу волочения. Эти опытные данные использованы также для расчета значений коэффициента трения f при волочении по следующей формуле Зыкова Ю.С.

$$f = \pi - \sqrt{\pi^2 - \lg^2 \alpha_{оп} / (1 - A)}, \quad (1)$$

где A и π - параметры, определяемые из выражений

$$A = \frac{2hb \ln \mu}{(1+a)(H-h)(B+b)},$$

$$\pi = \frac{2A(D \ln \mu + C)}{(1-A)(\Phi_0 + \Phi_1)} \lg \alpha_{оп}, \quad (2)$$

где H, B - толщина и ширина сечения полосы до перехода;

h, b - то же, после перехода;

$$a = \frac{\ln \frac{B}{b}}{\ln \frac{H}{h}}$$

- показатель поперечной деформации;

$$A_0 = \sqrt{1+a+a^2}; D = A_0/(1+a);$$

$$C = a(1-a)(H-h)(B+b)/(4hbA_0);$$

$$\Phi_0 = \sqrt{1 + \frac{4}{3} \left(a \frac{B}{H}\right)^2}; \Phi_1 = \sqrt{1 + \frac{4}{3} \left(a \frac{b}{h}\right)^2}.$$

Полученные расчетные значения коэффициента трения также занесены в табл.1.

С целью определения оптимального линейного обжатия большей стороны сечения протягиваемого прямоугольного профиля выполнены специальные лабораторные и производственные опыты по волочению прямоугольной проволоки из алюминия и меди. Размеры сечений протягиваемых образцов до волочения были взяты такими, чтобы при постоянном коэффициенте вытяжки за переход обеспечить постепенное нарастание отношения линейного обжатия большей стороны сечения ΔB профиля к линейному обжатию ΔH по его меньшей стороне от нуля до 150% и более. Волочение образцов производилось с коэффициентом вытяжки за переход 1,30 и 1,46. Результаты опытов по волочению медной прямоугольной проволоки сечением 3,25 × 6,65 мм приведены в табл.2.

Анализ этих данных (табл.2) показывает, что наименьшее приведенное напряжение волочения достигается, когда линейное обжатие большей стороны сечения протягиваемого профиля ΔB составляет 20 - 80% от линейного обжатия по его меньшей стороне. При значениях линейного обжатия ΔB меньших или больших указанных - приведенное напряжение волочения возрастает. Кроме того, при значениях линейного обжатия $\Delta B < (20\%) \Delta H$ в виду малого абсолютного обжатия может иметь место непроработка поверхностей малых сторон сечения протягиваемого прямоугольного профиля, а при $\Delta B = 0$ эти поверхности вообще не обжимаются, что снижает качество холоднотянутой полосы. При $\Delta B > (80\%) \Delta H$ за счет высоких линейных обжатий и большой неравномерности деформации на поверхностях малых сторон сечения профиля могут появляться риски, задиры, трещины, что снижает качество поверхности протянутого изделия и может быть причиной обрыва полосы при волочении. При значениях $\Delta B = (20-80\%) \Delta H$ обеспечивается наименьший расход энергии на волочение при высоком качестве (чистоте) поверхностей сторон сечения протягиваемого прямоугольного профиля.

Для сравнения было выполнено также волочение на производственном волочильном стане СМВ1-5 (со скоростью волочения 2,1 м/с) медного прямоугольного профиля сечением 3,32 × 11,62 мм из заготовки сечением 4,48 × 11,91 мм за два перехода (без промежуточного отжига) и за один переход. В первом случае коэффициенты вытяжек по переходам были приняты примерно средними согласно прототипа, а при волочении за один переход - коэффициент вытяжки был принят как среднеарифметическая величина предлагаемого интервала коэффициентов вытяжек: $\mu = 0,5(1,30 + 1,46) = 1,38$. В процессе

волочения сила волочения P замерялась тензометрической месдозой. Полученные значения силы волочения использованы для расчета мощности N волочения по выражению

$$N = P \cdot v, \quad (3)$$

где v - скорость волочения.

Опытные и расчетные данные приведены в табл.3.

Из анализа данных табл.3 следует, что в сравнении с прототипом использование предлагаемых средних значений коэффициентов вытяжек при волочении медного прямоугольного профиля сечением $3,32 \times 11,62$ мм позволило сократить один (из двух) переход, а поэтому увеличить производительность при волочении в 1,5 - 2,0 раза, сократить в 1,5 - 2 раза расход твердосплавного волочительного инструмента и уменьшить расход электроэнергии (мощности) на волочение на ΔN

$$\Delta N = [(25,62 - 14,6)/25,62] \times 100\% = 43\%.$$

Изобретение позволяет за счет увеличения коэффициентов вытяжек по переходам и использования оптимальных значений линейных обжатий по сторонам сечения протягиваемого прямоугольного профиля сократить число переходов, снизить силы трения и расход энергии на волочение, уменьшить износ и расход волочительного инструмента, улучшить качество готовой холоднотянутой продукции и увеличить производительность при волочении прямоугольных профилей.

Размеры сечения полосы, мм		Коэффициент вытяжки за переход	Отношение $\Delta B/\Delta H, \%$
До перехода	После перехода		
3,74x11,85	3,32x11,62	1,15	54,8
4,15x11,83	—"	1,27	25,3
4,21x11,90	—"	1,30	31,5
4,48x11,91	—"	1,38	25,0
4,71x11,94	—"	1,46	23,0
4,75x11,96	—"	1,47	23,8
5,08x12,06	—"	1,58	25,0

Размеры сечения полосы, мм		Коэффициент вытяжки за переход	Отношение $\Delta B/\Delta H, \%$
До перехода	После перехода		
4,22x6,65	3,25x6,65	1,30	0,0
4,13x6,81	—"	1,30	18,0
4,12x6,82	—"	1,30	20,0
4,07x6,91	—"	1,30	32,0
3,91x7,18	—"	1,30	80,0

3,90x7,19	3,25x6,65	1,30	82,0	0,550	риски
7,87x7,27	—"	1,30	100,0	0,565	задиры
3,78x7,44	—"	1,30	150,0	0,610	трещины
4,74x6,65	—"	1,46	0,0	0,780	не обжаты
4,58x6,89	—"	1,46	18,0	0,750	следы непроработки
4,56x6,91	—"	1,46	20,0	0,745	чистые, без дефектов
4,48x7,04	—"	1,46	32,0	0,740	чистые
4,24x7,44	—"	1,46	80,0	0,750	чистые
4,23x7,45	—"	1,46	82,0	0,755	риски
4,17x7,57	—"	1,46	100,0	0,770	задиры
4,03x7,82	—"	1,46	150,0	0,815	трещины

Т а б л и ц а 3

Номер перехода	Размеры сечения полосы, мм		Коэффициент вытяжки за пе- реход	Сила волоче- ния, кН	Мощность во- лочения, кВт
	До перехода	После перехода			
а/ волочение за два перехода					
1	4,48x11,91	3,96x11,70	1, 152	5,27	10,86
2	3,96x11,70	3,32x11,62	1,201	7,18	14,76
Всего за два перехода:			1,383		25,62
б/ волочение за один переход					
1	4,48x11,91	3,32x11,62	1,383	6,95	14,6